

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-057601

(43)Date of publication of application : 05.03.1996

(51)Int.Cl.

B22D 11/10

B22D 41/50

B22D 41/54

(21)Application number : 06-194334

(71)Applicant : KUROSAKI REFRACT CO LTD  
NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 18.08.1994

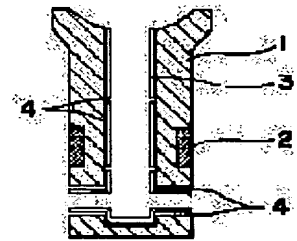
(72)Inventor : NAGATA HIROSHI  
MATSUO YUKIHISA  
NISHI TAKASHI  
OOMORI SENJI  
ISHIMATSU HIROYUKI  
MATSUI TAIJIRO  
NISHIHARA RYOJI  
INADA TOMOMITSU

## (54) NOZZLE FOR CONTINUOUS CASTING

## (57)Abstract:

PURPOSE: To surely prevent solid solution of carbon in molten steel from a nozzle and also clogging of the nozzle by interposing a joint gap of specific thickness between the nozzle and a cylindrical coating member.

CONSTITUTION: A cylindrical carbon-less inner hole body 3 containing no carbonaceous material is fitted in the inner hole surface of the immersion nozzle body 1 for continuous casting. The joint gap 4 having 0.5-2.0mm thickness is provided as a margin to absorb the expansion caused between preheating before using the nozzle 1 and heating during using, between the carbon-less inner hole body 3 and the nozzle body 1 and fixed with mortar, etc. Further, a shrinkable material of ceramic wool, soft rubber, soft vinyl, cloth, etc., are stuck beforehand between the inner hole body 3 and the immersion nozzle body 1 to secure the joint gap 4. By this constitution, the pickup of the carbon into the molten steel during the continuous casting operation is prevented without obstructing the spalling resistance of the refractory constituting the body itself.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/10	3 3 0 A			
	T			
41/50	5 2 0			
41/54				

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-194334

(22) 出願日 平成6年(1994)8月18日

(71) 出願人 000170716

黒崎窯業株式会社

福岡県北九州市八幡西区東浜町1番1号

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 永田 博志

福岡県北九州市八幡西区東浜町1番1号

黒崎窯業株式会社内

(72) 発明者 松尾 幸久

福岡県北九州市八幡西区東浜町1番1号

黒崎窯業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小堀 益

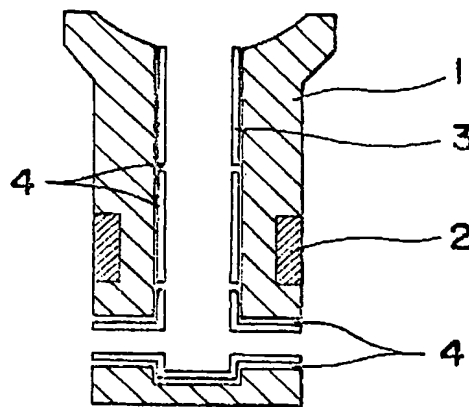
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 連続铸造用ノズル

(57) 【要約】

【目的】 溶鋼のカーボンピックアップを低減し、鋼中のアルミナの生成、付着を防止できるアルミナ・カーボン質ノズルの内孔部、外周部の被覆層の提供。

【構成】 アルミナ・カーボン質ノズルの母体との間に、被覆層の加熱時膨張吸収代として内孔直胴部では0.5～1.0mm厚の目地を設けて、事前に成形した被覆層をセットし、内孔下底部、吐出孔部では1～5mm厚の目地を設けて、流し込み、圧入又は減圧下で圧入施工し、又は内孔直胴部、内孔下底部、吐出孔部一体で各々必要厚みの目地を設けて流し込み、圧入又は減圧下で圧入施工し、外周部では被覆層の膨張代としての目地を必要とせず、事前に成形された被覆層をセットし、又は中子を外挿して流し込み、圧入又は減圧下で圧入施工により被覆層成形体を形成する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 本体をカーボン源を含有する耐火材料によって形成し、溶鋼が通過する部位および溶鋼と接触する部位をカーボン源を含有しない耐火材料によって被覆した連続鋳造用ノズルにおいて、

前記カーボン源を含有しない耐火材料による被覆部位が内孔直胴部、内孔下底部、吐出孔部および溶鋼に浸漬する外周部であり、

前記被覆部位がカーボン源を含有しない耐火材料の円筒状体によって形成され、

且つ、

前記円筒状体が前記直胴部では 0.5 ～ 2.0 mm 厚の目地を介して、また、前記内孔下底部および吐出孔部では 1 ～ 5 mm 厚の目地を介して設けられていることを特徴とする連続鋳造用ノズル。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、取鍋からタンディッシュに注入するロングノズル、およびタンディッシュから鋳型（モールド）に溶鋼を注入する浸漬ノズル等の連続鋳造用ノズルに関する。

【0002】

【従来の技術】この連続鋳造用ノズルは、溶鋼注入の際に溶鋼が大気と接触し酸化するのを防止する機能を有し、溶鋼との接触による機械的、熱的なスポーリングに対する耐スポーリング性に優れた耐火材料から形成されている。

【0003】この耐火材料としてはアルミナ・黒鉛質が使用されており、耐スポーリング性付与のために 5 ～ 30 重量%の黒鉛および黒鉛以外のカーボン源を含有し、製造に際してのバインダーとしてフェノールレジジンなどのカーボン系が使用されている。

【0004】ところが、近年、鋼の高級鋼ニーズが高まり、溶鋼の高純度化、高纯净度化が求められており、なかでも、極低炭鋼においては溶鋼中のカーボンが  $[C] \leq 10 \text{ ppm}$  と厳しく規定されている。この極低炭鋼の製造において、溶鋼の精錬工程における RH・DH などの真空脱ガス処理工程で極低炭鋼を溶製しても、連続鋳造においては、カーボン質を含有したロングノズル、浸漬ノズル中を通して鋳造されるために、その過程でノズル中のカーボン質が溶鋼中に固溶し、溶鋼のカーボンピックアップによる品質低下の原因となる。

【0005】また、浸漬ノズル自体においても、加熱によって消失した耐火材料中のカーボン跡がノズル表面に凹凸となって残り、そこに鋼中のアルミナクラスターが付着集積してノズル閉塞の原因ともなっている。

【0006】このノズルを構成する耐火材料中に含有するカーボンによる問題を解決するために、浸漬ノズルの内孔部の一部および内孔面全体をカーボンを含まない耐火物で被覆することが、特開昭 51 - 54836 号公

2

報、特開平 3 - 243258 号公報などに開示されている。

【0007】しかし、被覆している部分が浸漬ノズルの内孔部一部分では他の被覆していない内孔部および浸漬部分の外周部からのカーボンピックアップあるいは黒鉛が消失した部分が凹凸となり鋼中のアルミナクラスターの付着、集積などの介在物によるノズル閉塞が発生する。また、内孔部全体を被覆した場合でも溶鋼浸漬部の外周部分はノズルを形成する耐火材料が黒鉛を含有するために溶鋼中へのカーボンピックアップは完全に防止できていないとは言えない。

【0008】一方、従来、ノズルの内孔部の形成は、例えば特開平 5 - 154628 号公報、特開昭 56 - 139260 号公報に記載されているように、内孔面を形成する原料配合物とノズル母体原料配合物とを同時に加圧成形するか、あるいは先に成形されたノズル母体の内孔面に内孔面を形成する原料配合物を内挿充填されるが、これらの方法ではノズルの加圧成形後の焼成時、使用前の予熱時等の加熱時に亀裂を生じさせる問題があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ノズル自体から溶鋼へのカーボン固溶を確実に防止でき、ノズル表面でのカーボン消失もないため介在物付着によるノズル閉塞防止にも可能な優れた機能を安定して発揮できる連続鋳造用ノズルを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の連続鋳造用ノズルは、本体をカーボン源を含有する耐火材料によって形成し、その内外面をカーボン源を含有しない耐火材料によって内孔直胴部、内孔下底部、吐出孔部及び溶鋼に浸漬する外周部等の溶鋼が通過する部位および溶鋼と接触する部位を被覆した連続鋳造用浸漬ノズルにおいて、前記被覆部分を成形された円筒状体とし、同円筒状体内孔直胴部では 0.5 ～ 2.0 mm 厚の目地を設け、内孔下底部、吐出孔部では 1 ～ 5 mm 厚の目地を設けたことを特徴とする。

【0011】黒鉛もしくは黒鉛以外のカーボン源を含有しない耐火材料からなる円筒状体を内孔体として、縦方向あるいは横方向に分割して形成した構造とすることができる。

【0012】内孔直胴部への円筒状体の分割部材の本体への取付けに当たっては、ノズル孔内面においては、0.5 ～ 2.0 mm の目地を設けてセットし、外周部には目地なしで取付ける。

【0013】その製造に際しては、ノズル本体にカーボン源を含有しない耐火材料によって形成した円筒状体を、内孔下底部、吐出孔部には予め 1 ～ 5 mm 厚みの目地形成材を塗布又は貼り付けた後、中子を設けて圧入または流し込み施工によって形成被覆する手段を採用できる。

10

20

30

40

50

【0014】その流し込み施工に際しては、圧入施工、減圧圧入施工の何れの手段も採用できる。

【0015】本発明においては、ノズル本体としては、アルミナ-黒鉛質から形成されスラグライン部の外周はジルコニア-黒鉛からなる耐火材料を使用し、カーボン源を含有しない耐火材料としては、シリカ、マグネシア、アルミナ、スピネル、ドロマイト、ジルコン、ジルコニア、カルシアの少なくとも1種以上の耐火骨材からなる耐火物を使用することができる。

【0016】この成形体は、耐火骨材をアルミナセメント、珪酸塩ソーダー、リン酸塩ソーダー、リン酸アルミ等の水系バインダーの1種又は2種以上の組み合わせで混練後、浸漬ノズルとは別個に流し込み成形又は圧入成形されたものである。

【0017】

【作用】本発明においては、カーボン源を含有しているノズル本体の溶鋼が通過する内孔部および吐出孔部、更に外周の溶鋼浸漬部分をカーボン源を含有しない耐火材料で被覆しているため溶鋼中へのカーボンピックアップを防止可能である。同時に、溶鋼中の介在物がノズル表面に付着集積するノズル閉塞も防止できる。

【0018】

【実施例】添付各図は、本発明に係る連続製造用ノズルとして、浸漬ノズルに本発明を適用した例を示す。

【0019】本発明による連続製造用ロングノズル、浸漬ノズルを図に基づいて説明する。

【0020】図1は分割した内孔面形成用円筒状体を有する浸漬ノズルの断面構造を示し、図2は流し込み施工あるいは圧入機により圧入施工した内孔面形成用円筒状体（カーボンレス内孔体）の斜視図を示す。

【0021】これらの図において、1は浸漬ノズル本体を示し、2はノズル外面のパウダーラインに設けられたジルコニア-グラファイト質からなるパウダーライン用耐火物を示す。3は浸漬ノズル本体1の内孔面に取付けられるカーボン質材料を含有しない円筒状のカーボンレス内孔体を示し、この場合、円筒状のカーボンレス成形体は長さ方向に31、32と33に分割されている。4は円筒状のカーボンレス内孔体3とノズル本体1との間、各カーボンレス内孔体の分割部31、32、33間に介在している目地を示すもので、これによって、ノズルの使用前の予熱、使用中の加熱による膨張吸収代として0.5～2.0mmの目地を浸漬ノズル母体との間に設け、一般モルタル、耐熱モルタル等の成形体の組成を主成分とするもので固定する。内孔体3と浸漬ノズル本体1の間には、セットの前にセラミックウール、軟質ゴム、軟質ビニール、布地等の可縮性のある、流し込み又は圧入時においても耐火材料に侵食されことなく厚みを保てる材料を貼り付けておき膨張吸収代として1～5mmの目地4を確保する。

【0022】円筒状のカーボンレス内孔体3の流し込み

施工、又は圧入施工するに際しては、中子をセットする前に予め浸漬ノズル母体の表面の内孔直胴部には0.5～2.0mm厚みのセラミックウール、木工ボンド、ロウ等の目地形成材料を塗布、又は貼り付け、内孔下部、吐出孔部には1～5mm厚みのセラミックウール、軟質ゴム、軟質ビニール、布地等の可縮性のある、流し込み又は圧入時においても耐火材料に侵食されことなく厚みを保てる材料を貼り付けておき膨張吸収代を確保しておく。

【0023】円筒状成形体である内孔体3と外周面成形体6における溶鋼に接する面の表面粗度を小さくする手段として減圧下での圧入施工が選択され、耐溶損性、耐付着性の向上が認められ、その結果、ノズルの耐用性をより長く維持できる。

【0024】勿論、この円筒状のカーボンレス成形体3は分割せずに一体構造体とすることもできる。

【0025】図3および図4は、内孔面形成用の円筒状のカーボンレス成形体である内孔体3のみならず、ノズルの溶鋼吐出孔5の外開口を含めて外周面にも円筒状のカーボンレス内孔体6を形成した例を示す。この外周面の円筒状のカーボンレス成形体6は、カーボンレス耐火材料を本体とは別個に流し込み成形、又は圧入成形した物を外挿し、浸漬ノズルに対してモルタル、又は耐火物製のピンにより固定される。成形体5は浸漬ノズル外表面に直接流し込み施工、又は圧入施工されてもよい。なお外周面の円筒状のカーボンレス成形体6と本体ノズルとの間には膨張吸収代としての目地は必要ない。

【0026】図5および図6は、上記円筒状成形体3、6の加熱時の膨張吸収代としての目地の取り方の説明図である。図5に示す円周方向目地41の適正厚みは0.5～2.0mmである。目地の厚みが0.5mm未満だとカーボンを含むノズル本体材質に比べ、カーボンを含有しない被覆層材質の方が膨張率が大きいために予熱中や使用中の加熱により亀裂を生じる。

【0027】また、カーボンを有するノズル本体材質の熱伝導率が高いのに対し、カーボンを含有しない被覆層材質は熱伝導率が低く、更にその両者の間に2mmを越す目地があればこの目地部での断熱作用が大きくなる。従って、ノズル予熱中にノズルの内孔からの伝熱でノズル本体が予熱されるノズル直胴部位では、目地厚みが2mmを超えると断熱作用が大きくなりノズル本体の予熱が不十分となり、操業中に溶鋼を通した際にノズル本体の熱的スポーリングが発生する。このことよりノズル本体の熱的スポーリングを防ぐため、予熱中のノズル本体を十分予熱するには目地厚みの上限は2mmとなる。

【0028】一方、図6に示す高さ方向の目地42の適正厚みは1.0～5.0mmである。

【0029】目地厚みが1.0mm未満だと円周方向の目地同様にノズル本体と被覆層の膨張差により亀裂を生じる。目地厚みが5mmを超えるものは、円周方向の目

地同様にノズル本体と被覆層の熱伝導率差、目地部での断熱作用によりノズル本体の吐出孔のまわり部の予熱が不十分となり、熱的スポーリングが発生するため、目地厚の上限が5mmとなる。この吐出孔のまわりの高さ方向の目地が5mmまで可能な理由は、直胴部は内孔からの伝熱のみで予熱される部位があるのに対し、吐出部まわり部は内孔およびノズル外周部からの両方の予熱が可能であるためである。

【0030】上記各図には、本発明を浸漬ノズルに適用\*

\*した構造例を示しているが、ロングノズルにも同様にしてカーボンレス内孔体3を適用でき、内孔体3、外周部の成形体6の形成方法は、前述の浸漬ノズルの場合と全く同じである。

【0031】表1に本発明に係るロングノズルと浸漬ノズルに使用した本体を構成する耐火物の組成とカーボンレス内孔体を構成する耐火物の組成と物性を示す。

【0032】

【表1】

用途	ロングノズル 本体	浸漬ノズル 本体	内孔体の組成例							
			1	2	3	4	5	6	7	8
化学 成分 重量 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41	40	95	99	98	88	83	90	80
	SiO <sub>2</sub>	25	18	-	-	-	-	0.5	2	3
	ZrO <sub>2</sub>	3	8	-	-	-	-	3	-	-
	F.C	28	25	-	-	-	-	-	-	-
	SiO	1	7	-	-	-	-	-	-	-
	CaO	-	-	2	-	2	2	2	19	25
	MgO	-	-	3	-	-	10	14	3	72
かさ比重		2.24	2.27	2.93	3.00	2.97	3.02	2.87	3.04	2.82
見掛気孔率(%)		16.8	17.1	18.9	19.9	17.2	21.0	18.8	20.9	18.8
圧縮強さ(kg/cm <sup>2</sup> )		265	286	310	170	315	250	300	200	220
曲げ強さ(kg/cm <sup>2</sup> )		78	90	76	43	82	50	71	47	50
膨張率(%) at 1000 °C		0.20	0.29	0.88	0.84	1.84	0.92	0.97	0.93	0.98

また、表2は、図1に示す3分割した本発明の円筒状カーボンレス成形体を形成するための施工例と品質を示す。

※【0033】

【表2】

※

	区分	流込み施工品1	流込み施工品2	圧入施工品	減圧下圧入施工品
組成 重量 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	95	95	95	95
	CaO	2	2	2	2
	MgO	3	3	3	3
上 部	かさ比重	2.25	2.23	2.26	2.26
	見掛気孔率(%)	18.0	18.8	17.2	16.5
	圧縮強さ(kg/cm <sup>2</sup> )	290	275	290	302
中 部	かさ比重	2.26	2.27	2.25	2.26
	見掛気孔率(%)	17.9	17.8	17.5	16.2
	圧縮強さ(kg/cm <sup>2</sup> )	300	290	300	310
下 部	かさ比重	2.26	2.29	2.26	2.27
	見掛気孔率(%)	17.5	17.0	17.1	16.0
	圧縮強さ(kg/cm <sup>2</sup> )	298	315	306	312
施工体高さ(mm)		570	680	1050	1050

同表に示す流し込み施工は、振動テーブルの上に施工する浸漬ノズルを固定し、型枠をセットし振動をかけながら黒鉛および黒鉛以外のカーボン源を含有しない耐火材料を流し込むことによって行った。

【0034】流し込み施工では、浸漬ノズルが長くな

り、流し込みの高さが高くなると、先端部には振動が伝わりにくくなり、上、中、下部で流し込み施工体の品質のバラツキが大きくなる。したがって、施工体高さが600mm以上の物については、均一な品質を得る方法として圧入施工が有効である。表2に示すように、施工体

高さが1000mmを越える形状でも上、中、下部の品質のバラツキは小さく、かつ流し込み施工によるものより気孔率が小さい緻密な組織を得ることができる。このように浸漬ノズルの耐用性を更に向上させる方法として、減圧下での圧入施工がより効果的である。また、表2に示すように減圧下で圧入施工した施工体は、流し込み施工、圧入施工に比べて更に低気孔率の施工体が得られ、溶損されにくくノズル孔内のアルミナ付着をより効果的に防止できる。

【0035】黒鉛および黒鉛以外のカーボン源を含有し\*10 【表3】

	従来品	実施例1 (内孔部のみ被覆)	実施例2 (内孔部、外周部を被覆)
鋳内溶鋼[C]量	9ppm	9ppm	9ppm
タンディッシュ内溶鋼[C]	12ppm	11ppm	9ppm
カーボンピックアップ量	+3ppm	+1ppm	0

同表に示すように、内孔面にカーボンフリーの被覆を施さない従来のアルミナ-黒鉛質ノズルを使用した場合、鋳造中のカーボンピックアップはタンディッシュで+3ppmであった。図1の浸漬ノズルと同様に、内孔部全面を被覆したロングノズルにおいては、タンディッシュ内でのカーボンピックアップ量は1ppmに抑制することができ、さらに図3と同様に、外周部まで被覆したノズル

\*ない耐火材料で本発明の被覆層を設けた連铸ノズルは、いずれもカーボンピックアップおよび付着防止に優れた効果を示しているが、その被覆層の形成にあつては、被覆層の形状(高さ)およびノズルの耐用性に応じて、流し込み施工、圧入施工、又減圧下での圧入施工のいずれかの方法が選択される。

【0036】本発明に基づきロングノズルを試作し、極低炭鋼の鋳造に使用した結果を表3に示す。

【0037】

※ノズルではカーボンピックアップ量を0までに抑制することができた。

【0038】次に、図1、図3に示す浸漬ノズルを試作し、極低炭鋼の鋳造に使用した結果を表4に示す。

【0039】

【表4】

	従来品	従来品 内孔未浸漬部 に被覆	実施例3 内孔部 全面被覆	実施例4 内孔部、 外周部を被覆
タンディッシュ内溶鋼[C]量	12ppm	11ppm	11ppm	9ppm
モールド内溶鋼[C]量	14ppm	12.5ppm	11.5ppm	9ppm
カーボンピックアップ量	+2ppm	+1.5ppm	+0.5ppm	0

タンディッシュ内の溶鋼中の[C]量が12ppmであるのに対して本発明品の内孔部全面被覆したノズルではカーボンピックアップ量を0.5ppmに抑制することができ、さらに外周部まで被覆したノズルではカーボンピックアップ量を0までに抑制することができたのに対して、アルミナ-黒鉛質ノズルおよび内孔未浸漬部を被覆した従来品では、モールド内で14ppmと2ppmのカーボンピックアップであった。また表5は、図4に★

★示す流し込み施工で内孔部を設けた本発明の実施例の浸漬ノズルと、圧入施工で内孔部を設けた実施例の浸漬ノズルと、減圧下の圧入施工で内孔部を形成した実施例におけるそれぞれの場合のアルミナ析出物の付着状況を、被覆層を設けない従来品と内孔未浸漬部を被覆した従来品3とを比較した結果を示す。

【0040】

【表5】

	従来品	従来品 内孔未浸漬部 に被覆	実施例 流し込み	実施例 圧入	実施例 減圧圧入
鋳用CH	3ch中交換	3ch途中交換	4ch完結	4ch完結	5ch完結
鋳造時間	350分	351分	509分	512分	654分
付着厚み	20-35mm 内孔-吐出孔	20-35mm 吐出孔	4mm	3mm	0

本発明の実施例の場合、それぞれ付着厚みが4mm、3mmと薄く4チャージ完結でき、5チャージ完結後も付着厚み0という結果が得られた。これに対して、従来品の場合は、それぞれ、内孔直胴部から吐出孔部にかけ付着物が20～35mm厚みで付着し、3チャージでの途

中交換が必要であり、また、内孔の溶鋼浸漬部に20～35mm厚みで付着し、3チャージの途中交換が必要であった。

【0041】

【発明の効果】本発明によって以下の効果を奏する。

【0042】(1) 本体自体を構成する耐火物の耐スボリングを阻害することなく、連続铸造中の溶鋼へのカーボンのピックアップが防止できて極低炭素鋼の品質を低下させることがない。

【0043】(2) 溶鋼に接触する部分をカーボンレスの耐火材料成形体とし、更に、成形体の施工をノズルの形状、操業に合わせて流込み施工、圧入施工、減圧圧入施工することにより溶鋼中アルミナ介在物のノズル内付着を防止でき、鋼の品質が向上し、かつ、操業も安定化させることができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を浸漬ノズルに適用した実施例を示すもので、内孔体を3つに分割した例を示す。

【図2】 図1の内孔体の構造を示す図である。

【図3】 本発明を浸漬ノズルに適用した実施例を示すもので、内孔体を一体的に形成した例を示す。

【図4】 図3の内孔体の構造を示す図である。

【図5】 円筒状内孔体の加熱時の膨張吸収代としての目地の取り方の説明図である。

【図6】 外周方向の目地の取り方の説明図である。

【符号の説明】

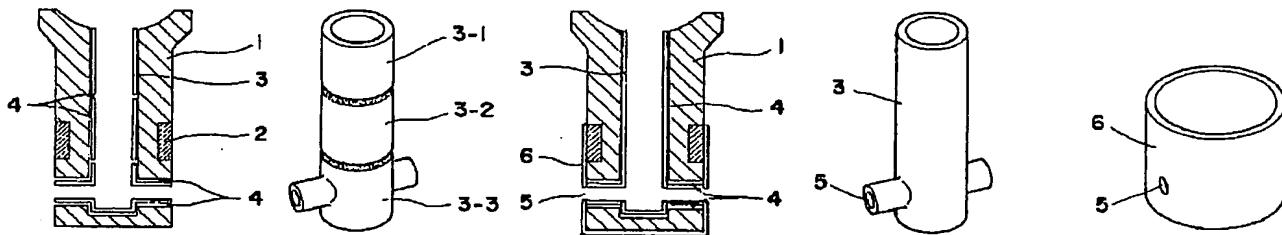
- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1 浸漬ノズル本体     | 2 パウダーライン用耐火物 |
| 3, 31, 32, 33 | カーボンレス内孔体     |
| 4, 41, 42     | 目地            |
| 5             | 溶鋼吐出孔         |
| 6             | 外周面のカーボンレス成形体 |

【図1】

【図2】

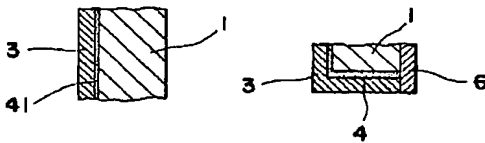
【図3】

【図4】



【図5】

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 西 敬  
福岡県北九州市八幡西区東浜町1番1号  
黒崎窯業株式会社内

(72)発明者 大森 戦治  
福岡県北九州市八幡西区東浜町1番1号  
黒崎窯業株式会社内

(72)発明者 石松 宏之  
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新  
日本製鐵株式会社八幡製鉄所内

(72)発明者 松井 泰次郎  
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新  
日本製鐵株式会社八幡製鉄所内

(72)発明者 西原 良二  
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新  
日本製鐵株式会社八幡製鉄所内

(72)発明者 稲田 知光  
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新  
日本製鐵株式会社八幡製鉄所内